

JNLTの赤外性能とサイエンス

山下 卓也*

JNLTは計画中の世界の8m級の望遠鏡の中で最も赤外に最適化された望遠鏡である。赤外域での観測能力を向上させるために配慮されている点は数多いが主なものは以下の3つにまとめられる。

低い赤外放射率

JNLTは放射率の観点から望ましいカセグレン焦点(ナスミスより鏡の枚数が少ない)に他の望遠鏡より重点を置き、大きなスペースを確保したヨーク構造をしている。

主鏡は光学域と共用なので蒸着材料としてアルミニウムを用いる。副鏡、ナスミス用第三鏡は赤外専用鏡で、赤外放射率の低い金が予定されているが、銀も候補にあがっている。銀はいままで赤外での放射率は低いコートなしでは劣化が大きいと考えられていたが、運用方法によっては低放射率を維持できると考えられ始めている。その真偽の検討を待たれる。また銀は紫外域での反射率が悪いことから、主鏡に蒸着するのはためらわれるが、赤外専用期間を設けて主鏡を銀蒸着する可能性も検討されている。

また赤外放射率は蒸着後、鏡面の汚れに従って増加する。従って頻繁な再蒸着を考えるとともに、汚れにくい構造(観測後に乾燥窒素でフラッシュ密封するなど)や効率的な洗浄(ドライアイスあるいは氷粒による洗浄などの最新の技術も含めて)を検討している。

低い赤外放射率は中間赤外域に最も寄与し、下で述べる良いシーイングと相まって高空間分解能高検出能の中間赤外のイメージングが可能となる。中間赤外は100K~300Kの黒体放射のピークなので、1太陽質量の天体の惑星軌道あたりのダストからの放射が最も強くなる場所である。従って、他の天体で太陽系形成の初期にある原始太陽系星雲を検出できるかも知れない。

高空間分解能

空間分解能は回折限界、鏡面精度、シーイング、追尾誤差などによって決定される。中間赤外域では回折限界(10 μ mで0.3'')が主な決定要因であるが、近赤外では可視域と同様その他の要因で決定される。JNLTでは特にシーイングの劣化を抑えるために、地表乱流の影響が十分に小さくなる27mに高度軸を置き、さらに発熱物

や熱容量の大きなものを別棟の制御棟に置いたり通風を十分に考慮し、ドームの熱設計にも細心の注意を払っている。これらの努力の結果、微光天体検出能力では世界一となるはずである。特に赤外の場合バックグラウンドが大きいので、視野を絞れることは検出能力を飛躍的に向上させる。さらに赤外域(>1~2 μ m)になると分解能にシーイングの影響のなくなる軌道上望遠鏡よりもJNLTの方が高分解能になる。

また分光器の“分解能”・“明るさ”積は分散素子の種類とサイズによるので、同一形式で同一サイズの分光器の場合、視野を絞れる方が分解能を高くすることができ、また同一分解能を目指すならコンパクトに作ることもできる。この点は望遠鏡が大きくなり、分解能をあげるほどに分光器のサイズがますます大きくなるので、大きなメリットになる。特に赤外域では分光器全体を冷却することが望ましいので、高分解能の分光器については深刻な問題となり、シーイングに気を配ったJNLTが得意とするところである。

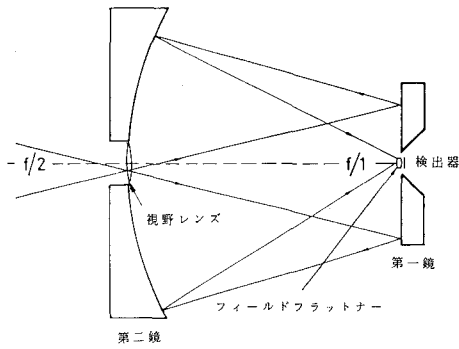
現在の赤外線分光では水素分子輝線、一酸化炭素分子の吸収線・輝線などの分子線が観測されているが、他に数多くの未検出の分子線が存在する。ミリ波帯に分子の回転遷移が豊富なのに対して、赤外域には分子の振動・回転遷移が多く存在し、より高温高密度の領域の情報を得ることができる。またミリ波帯ではほとんどが輝線であるのに対し、赤外域では明るい連続波源が数多くあるので吸収線としても観測でき、正確な物理量を導きやすい。ところが現状では分解能が不足しているために、ごく一部の分子線しか観測されていない。従ってこの分野は今後大きく進展する可能性があり、JNLTはここでも大きく貢献できるはずである。

さらに最近、アダプティブオプティクスが開発されつつあり、JNLTが完成する頃には完成された技術となっているかも知れない。この場合にも、本来の望遠鏡性能及びシーイングを良くしておくことが補正後の到達シーイングを左右するので、この点でもJNLTが有利である。

広視野

JNLTは数少ない主焦点を持つ8m級の望遠鏡である。広視野能力を最大限に発揮するには近赤外域で2種類の赤外カメラが必要である。1つは熱的なバックグラウンドの比較的少ないHバンド(1.65 μ m)までのカメラ

* 国立天文台 Takuya Yamashita: Infrared Performance and Science for JNLT



ビンガム式フォーカルリデューサー

である。可視域では 30' の写野を持つ主焦点カメラが設計されているが、基本的にはこの光学系と等価で赤外用の最適化を施したものが考えられる（まだ最適化が進んでいないので写野がいくらまでとれるかは不明）。Kバンド(2.2 μm)より長い波長では熱的なバックグラウンドが非常に多いので、不必要なバックグラウンドをカットするリオストップを持つ光学系が必要となる。これにはビンガム式(図)のリデューサー(縮小光学系)が考えられている。この光学系はもともと色収差をなくすために

鏡のみで構成されたものであるが、第二鏡の中心穴に視野レンズを置くことにより主鏡の像を第一鏡に結ばせ、リオストップにすることができる。この場合全体を冷却するので現実的なサイズのもので約 10' の写野を確保できると見積られている。このサイズは JNLT のカセグレンの有効写野 3' (ガイドに必要な写野を差し引いたもの)に較べて約 10 倍の面積を持つ。これらの広写野の光学系を生かすには光学域と同様モザイクアレイが必要なことは言うまでもない。

高空間分解能と広い写野を持った近赤外カメラは系内の天体とともに系外銀河及び宇宙論の研究に大きく寄与できる。近赤外域では、光学域で銀河構造や宇宙論の観測的研究を行なう際に問題となる吸収の影響が少ない。また銀河進化や宇宙論的な研究に必要な z の大きな天体では、エネルギーのピークでありまた現在の銀河の情報が豊富にある光学域の光が赤外域に赤方変移するので、赤外での情報が重要になる。しかも他の望遠鏡よりも広い写野を生かしてサンプル数を十分に得ることができれば、重要な基礎データを提供できるであろう。

× × ×

天体観測のさまざまなニーズに……

HAMAMATSU

「馬頭星雲」60cm F4.7 ニュートン 直焦点 C3640 使用露出 90 秒 (館山天文台にて)

浜松ホトニクスは、アマチュアからプロまでさまざまな天体観測にあわせたテレビカメラのラインアップをそろえています。

- AVIS……………ローコスト天体ビデオ撮影システム
- C3640……………100万画素冷却 CCD テレビカメラ
- C2741……………フォトンカウンティングテレビカメラ

浜松ホトニクス株式会社

- システム営業部 ☎(0534)52-2148
- 機器営業部 ☎(0534)52-2141
- 東京支店 ☎(03)436-0491
- 大阪営業所 ☎(06)271-0441